

06.11.03

PCT/EP03/50675

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 21 NOV 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 46 274.7

**Anmeldetag:** 02. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Leica Microsystems Wetzlar GmbH, Wetzlar/DE

**Bezeichnung:** Mikroskop mit Korrektur und Verfahren zur Korrektur  
der durch Temperaturänderung hervorgerufenen  
XYZ-Drift

**IPC:** B 02 B 21/24

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 26. Mai 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hiebinger

**Mikroskop mit Korrektur und Verfahren zur Korrektur der durch  
Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift**

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop mit Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift. Im Besonderen umfasst das  
5 Mikroskop ein Stativ, einen am Stativ angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch, und mindestens einen Temperatursensor.

Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift. In Besonderen wird das  
10 Verfahren bei einem Mikroskop mit einem Stativ, einem am Stativ (12) angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch, und mit mindestens einem Temperatursensor.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 199 59 228 offenbart ein Laser-Scanning-Mikroskop, das einen Temperatursensor umfasst, dessen Signale  
15 zur Fokuskorrektur an Hand gespeicherter Bezugswerte erfolgt. Die gemessene Temperaturänderung wird in eine entsprechend auszuführende Änderung mindestens eines Bauteils (Tisch verfahren, Piezo stellen, Spiegel verformen, etc.) des Mikroskops umgerechnet. Die Temperaturkompensation kann ebenfalls über eine gespeicherte Tabelle oder Kurve erfolgen. Dieses  
20 Verfahren kann lediglich die Z-Koordinate, also den Fokus, konstant halten. Ein auswandern der Probe innerhalb der durch die Tischoberfläche definierte XY-Ebene kann hiermit nicht kompensiert werden.

Die deutsche Patentschrift DE 195 301 36 C1 beschreibt ebenfalls ein Mikroskop mit Fokusstabilisierung. Hier ist eine Einrichtung zur  
25 Fokusstabilisierung in einem Mikroskop offenbart. Die Temperaturstabilisierung erfolgt durch zwei Metallstäbe mit unterschiedlichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Ein Stab ist mit der Zahnstange für

den Fokustrieb verbunden, der andere Stab ist mit dem Mikroskoptisch verbunden. Die Stabilisierung des Fokus erfolgt ausschließlich durch individuell auf das Mikroskop abgestimmten mechanischen Mitteln.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Mikroskop zu schaffen, das die von der Bedienperson eingestellten Untersuchungsbedingungen stabil hält. Hierzu ist das Mikroskop derart auszugestalten, dass es die xyz-Position einer zu untersuchenden Probe konstant hält.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Mikroskop mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

- 10 Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zu schaffen das die von der Bedienperson eingestellten Untersuchungsbedingungen stabil hält. Hierzu ist das Mikroskop derart auszugestalten, dass es die xyz-Position einer zu untersuchenden Probe konstant hält.

- 15 Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift, das die Merkmale des Anspruchs 8 umfasst.

- 20 Die Erfindung hat den Vorteil, dass das Mikroskop gegen Temperaturänderungen unempfindlich ist und nicht nur die Fokuslage sondern auch die Objektposition bezüglich der optischen Achse konstant hält. Besonders bei Langzeituntersuchungen zeigt die Erfindung die Vorteile. Hier ist es besonders wichtig, dass die zu untersuchende Probe in ihrer Lage bezüglich des in der Arbeitsposition befindlichen Objektivs konstant ist. Dabei spielen die Temperaturänderungen, die zu einer thermischen Ausdehnung des Stativs und somit einer XYZ-Drift der Probe keine Rolle und die Probe ist
- 25 in allen drei Raumrichtungen bezüglich der optischen Achse des Objektivs konstant. Das Mikroskop besitzt ein Stativ und einem am Stativ angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch. Ferner ist am oder im Stativ des Mikroskops oder in unmittelbarer Nähe des Mikroskops mindestens ein Temperatursensor vorgesehen. Eine Steuer- und
- 30 Kontrolleinheit umfasst einen Speicher und einen Mikroprozessor, wobei im Speicher eine Korrekturtabelle abgelegt ist, die Driftwerte für die drei Raumrichtungen als Funktion der Temperatur enthält und dass die

Temperatursensoren Signale an den Mikroprozessor liefern, auf Grund dessen entsprechende Werte zur Korrektur abrufbar sind, um den die Probe in der Arbeitsposition des Objektivs des Mikroskops zu halten. Dabei kann die Korrekturtabelle manuell oder automatisch ermittelt werden.

- 5 Das Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift bei einem Mikroskop, lässt sich wie folgt beschreiben. Zunächst hat das Aufnehmen und Abspeichern einer Korrekturtabelle in einem Speicher in einer dem Mikroskop zugeordneten Steuer- und Kontrolleinheit zu erfolgen. Das Betreiben des Mikroskops im Untersuchungsmodus ist derart, dass die
- 10 Steuer- und Kontrolleinheit an Hand der Signale der Temperatursensoren und der Inhalte der Korrekturtabelle den ersten, zweiten und dritten Motor derart steuert, dass die Lage der Probe zur optischen Achse des in der Arbeitsposition vorgesehenen Objektivs zeitlich konstant ist. Wenn die Korrekturtabelle manuell ermittelt wird, dann ist ein erstes Fadenkreuz im
- 15 Okular und ein zweites Fadenkreuz auf der Strichplatte vorgesehen. Die Strichplatte ist auf den Mikroskoptisch aufgelegt und eine Person stellt die Schärfe des zweiten Fadenkreuzes durch Verstellen des dritten Motors ein und anschließend wird die Deckung zwischen dem ersten und dem zweiten Fadenkreuz durch eine entsprechende Verstellung des ersten und/oder
- 20 zweiten Motors erreicht. Durch Betätigung eines Eingabemittels werden vom Mikroprozessor der Steuer- und Kontrolleinheit die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher vorgesehene Korrekturtabelle übertragen werden. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich keine temperaturbedingten Änderungen ergeben.
- 25 Bei der automatischen Ermittlung der Korrekturtabelle wird nur das zweite Fadenkreuz auf der Strichplatte verwendet, die auf den Mikroskoptisch aufgelegt ist,. Nach dem Einschalten des Mikroskops wird von einer Kamera auf das zweite Fadenkreuz durch einen Autofokus der Kamera fokussiert. Das zweite Fadenkreuz wird durch eine Bildverarbeitungssoftware im
- 30 Zusammenspiel mit dem ersten und dem zweiten Motor in die optische Achse des in der Arbeitsposition befindlichen Objektivs verschoben. Die zur Verstellung notwendigen Daten werden in die im Speicher vorgesehene Korrekturtabelle übertragen. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich

keine temperaturbedingten Änderungen ergeben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und  
5 wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels  
des Mikroskops zur Kompensation der XYZ-Drift;

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels  
des Mikroskops zur Kompensation der XYZ-Drift;

10 Fig. 3a eine schematische Darstellung der Abweichung der optischen  
Mittel zum Ermitteln der XYZ-Drift zum Erzeugen einer  
Korrekturtabelle;

Fig. 3b eine schematische Darstellung der Übereinstimmung der  
optischen Mittel zur ermitteln der XYZ-Drift zum Erzeugen einer  
15 Korrekturtabelle;

Fig. 4 eine Korrekturtabelle gemäß der gegenwärtigen Erfindung;

Fig. 5 eine schematische Darstellung der Hardware zur Korrektur der  
durch Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift; und

20 Fig. 6 eine prinzipielle Struktur der Software zur Korrektur der durch  
Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift.

In Fig. 1 ist ein Mikroskop 2 schematisch in der Seitenansicht dargestellt. In  
dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist dem Mikroskop 2 ein Computer 4  
mit Display 6 und einem Eingabemittel 8, sowie eine Steuer- und  
Kontrolleinheit 10 zur Steuerung der verschiedenen Mikroskopfunktionen,  
25 zugeordnet. Die Steuer- und Kontrolleinheit 10 umfasst ferner einen Speicher  
9 und einen Mikroprozessor 11. Es ist selbstverständlich, dass das Mikroskop  
2 jede denkbare Form und Ausstattung annehmen kann und die Darstellung in  
Fig. 1. nicht als Beschränkung aufgefasst werden soll. Das Mikroskop 2  
umfasst ein Stativ 12, an dem mindestens ein Okular 14, mindestens ein  
30 Objektiv 16 und einen in allen drei Raumrichtungen verstellbarer

Mikroskoptisch 18 vorgesehen sind. Auf dem Mikroskoptisch 18 kann eine mikroskopisch zu untersuchende oder zu behandelnde Probe 40 (siehe Fig. 2) aufgelegt werden. In Fig. 1 und Fig. 2 ist die X-Richtung X und die Z-Richtung Z dargestellt. Die Y-Richtung Y ist in dieser Darstellung senkrecht zur Zeichenebene. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Mikroskop einen Revolver 15, an dem die mehreren Objektive 16 angebracht sind. Das mindestens eine Objektiv 16, das sich in der Arbeitsposition befindet, definiert eine optische Achse 13 (gestrichelt dargestellt). Ferner ist beidseitig an dem Stativ 12 jeweils ein Verstellknopf 20 vorgesehen mit dem der Mikroskoptisch 18 in der Höhe (in Z-Richtung Z) relativ zu dem Objektiv 16 in der Arbeitsposition verstellt werden kann. Der Mikroskoptisch 18 des Mikroskops 2 kann mit einem ersten Motor 21 in der X-Richtung X, mit einem zweiten Motor 22 in der Y-Richtung Y und mit einem dritten Motor 23 in der Z-Richtung Z verstellt werden. Die Ansteuerung des ersten, zweiten und dritten Motors 21, 22 und 23 erfolgt über die Steuer- und Kontrolleinheit 10. Mit dem Mikroskop 2 ist eine Kamera 25 verbunden, die das Bild des mit dem Objektiv 16 beobachteten Objekt aufnimmt. Über eine erste elektrische Verbindung 26 ist die Kamera 25 mit der Steuer- und Kontrolleinheit 10 verbunden. Ebenso ist die Steuer- und Kontrolleinheit 10 über eine zweite elektrische Verbindung 27 mit dem Mikroskop 2 verbunden, über die Signale von Mikroskop 2 zur Steuer- und Kontrolleinheit 10 und Signale von der Steuer- und Kontrolleinheit 10 zum Mikroskop 2 geliefert werden. Mindestens ein Temperatursensor 30 ist am oder im Mikroskop 2 vorgesehen, dessen Signale über die zweite elektrische Verbindung 27 zur Steuer- und Kontrolleinheit 10 geliefert werden und dort an den Mikroprozessor 11 oder zum Speicher 9 geleitet werden. Es ist selbstverständlich, dass die Kamera 25 eine Videokamera oder eine CCD-Kamera sein kann. Während eines bestimmten Betriebsmodus werden im Speicher 9 die von der Kamera 25 gelieferten und vom Mikroprozessor 11 verrechneten Daten in einer Korrekturtabelle (siehe Fig. 4) abgelegt ist. Die Korrekturtabelle enthält die Driftwerte für die drei Raumrichtungen X, Y und Z als Funktion der Temperatur. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Steuer- und Kontrolleinheit 10 in einer externen mit dem Mikroskop 2 verbundenen Elektronikbox 42 untergebracht.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des Mikroskops 2 zur Kompensation der XYZ-Drift. Dabei sind gleiche Elemente der mit dem gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Das Ausführungsbeispiel in Fig. 2 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 dahingehend, dass das Aufzeichnen einer der Korrekturtabelle

5 manuell durch eine Person 32 erfolgt. Die Person 32 kann z.B. ein Benutzer des Mikroskops sein. Ferner ist es Möglich, dass die Person 32 Montagepersonal des Mikroskops 2 in der Fabrik ist. Die Person 32 ermittelt nach dem Einschalten des Mikroskops 2 die Korrekturtabelle. Dazu ist, wie in

10 Fig. 3a bzw. Fig. 3b dargestellt, im Okular 14 ein erstes Fadenkreuz 34 vorgesehen. Ferner ist eine Strichplatte 36 mit einem zweiten Fadenkreuz 35 vorgesehen, die zur Bestimmung der Korrekturtabelle auf den Mikroskoptisch 18 aufgelegt ist. In gewissen Zeitabständen stellt die Person 32 das zweite Fadenkreuz 35 scharf und danach wird das erste Fadenkreuz 34 im Okular 14

15 mit dem zweiten Fadenkreuz 35 zur Deckung gebracht. Ist die Schärfe und die Deckung wird durch eine entsprechende Verstellung des ersten, zweiten, und/oder dritten Motors 21, 22, 23 erreicht. Durch die Betätigung eines Eingabemittels 38 werden vom Mikroprozessor 11 die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher 9 vorgesehene Korrekturtabelle

20 übertragen. Dies wird von der Person 32 in mehreren Zeitabständen durchgeführt. In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind der Speicher 9 und der Mikroprozessor 11 im Stativ 12 des Mikroskops 2 in der Kontrolleinheit vorgesehen. Das Eingabemittel 38 ist mit der Steuer- und Kontrolleinheit 10 verbunden.

25 In Fig. 3a ist eine schematische Darstellung der Abweichung der optischen Mittel zur ermitteln der XYZ-Drift zum Erzeugen einer Korrekturtabelle gezeigt. Die optischen Mittel umfassen das erste Fadenkreuz 34, das im Okular 14. vorgesehen ist. Ferner ist die Strichplatte 36 mit dem zweiten Fadenkreuz 36 auf dem Mikroskoptisch 18 (in Fig. 3a nicht dargestellt) aufgelegt. In

30 Darstellung aus Fig. 3a ist die Z-Richtung Z senkrecht zur Zeichenebene. Das erste und das zweite Fadenkreuz 34, 35 sind nicht in Deckung. Zwischen dem ersten und dem zweiten Fadenkreuz 34, 35 existiert eine Abweichung  $\Delta X$  in X-Richtung X und eine Abweichung  $\Delta Y$  in Y-Richtung.

In Fig. 3b ist die Situation dargestellt, bei der das erste Fadenkreuz 34 im Okular 14 mit dem zweiten Fadenkreuz 35 auf der Strichplatte 36 in Deckung gebracht worden ist. Ebenso muss auf das zweite Fadenkreuz 35 scharf gestellt werden. Das Maß der Verstellung wird registriert und z.B. in einem Speicher abgelegt. In dem in Fig. 2 beschriebenen manuellen Verfahren werden beispielsweise durch Betätigen der Eingabetaste die  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  und  $\Delta Z$  Werte in die Steuer- und Kontrolleinheit 10 übernommen. Die  $\Delta X$  und  $\Delta Y$  Werte entsprechen der Wegdifferenz um die der Mikroskoptisch 18 in der X-Richtung X und der Y-Richtung Y verstellt werden musste, um das erste und das zweite Fadenkreuz zur Deckung zu bringen. Der  $\Delta Z$  Wert entspricht der Wegdifferenz um die der Mikroskoptisch 18 bzw. das Objektiv 16 in Richtung der optischen Achse 13 relativ zueinander zur Einstellung der Schärfe verschoben werden müssen. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich das Mikroskop 2 in einem thermisch stabilen Zustand befindet. Die ermittelten Werte werden über eine Schnittstelle an die im Mikroskop 2 befindliche Hardware (Steuer- und Kontrolleinheit 10) übermittelt und dort im Speicher 9. Das Abspeichern erfolgt immer dann, wenn der Benutzer die Eingabetaste 38 betätigt und damit bestätigt, dass die Schärfe stabil ist und das erste und das zweite Fadenkreuz 34 und 35 in Deckung sind.

Im Falle der automatischen Ermittlung der Korrekturwerte ist eine Strichplatte 36 mit dem zweiten Fadenkreuz 35 nur in der Präparatebene auf dem Mikroskoptisch 18 nötig. Nach dem Einschalten wird das zweite Fadenkreuz 35 in der Präparatebene durch einen Autofokus der Kamera 25 (siehe Fig. 1) fokussiert und durch eine speziell dafür vorgesehene Bildverarbeitungssoftware in eine Kalibrierposition (vorzugsweise Mitte des Sehfeldes, d.h. die optische Achse 13 des in der Arbeitsposition vorgesehenen Objektivs 16) gebracht. In frei definierbaren Zeitabständen wiederholt diese Software die oben beschriebenen Funktionen (Autofokus Bildmitte) und speichert die XYZ-Driftwerte so lange ab, bis keine Veränderung der Positionen XYZ mehr gemessen werden kann und somit der thermisch stabile Zustand erreicht ist. Wie bei der manuellen Ermittlung der Temperaturwerte werden nun diese an die im Mikroskop oder in einer



externen Elektronikbox 42 befindliche Hardware (Steuer- und Kontrolleinheit 10) übermittelt und dort abgespeichert.

In Fig. 4 ist eine Korrekturtabelle 44 gemäß der gegenwärtigen Erfindung dargestellt. Je nach er Anzahl der erfolgten Messungen der Korrekturwerte ist  
5 die Anzahl der Zeilen der Korrekturtabelle 44 entsprechend veränderlich.

Die Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der Steuer- und Kontrolleinheit 10 zur Korrektur der durch Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift. Ein oder mehrere Temperatursensoren  $30_1, 30_2, \dots, 30_N$ , sind mit der Steuer- und Kontrolleinheit 10 verbunden, deren Signale an die Steuer- und Kontrolleinheit 10 geliefert werden, um daraus Ansteuersignale für den ersten, zweiten, und dritten Motor 21, 22 und 23 zu erhalten. Der Mikroskoptisch 18 wird somit von der Steuer- und Kontrolleinheit 10 derart angesteuert, dass die zu untersuchende Probe immer im Fokus und an der gleichen Position unterhalb des Objektivs 16 ist. Die Steuer- und Kontrolleinheit 10 ist mit einer Schnittstelle 46 versehen, über die Daten eingegeben bzw. Daten an eine  
15 dem Computer 4 geliefert werden können. Die Schnittstelle 46 kann z.B. eine RS232-Schnittstelle, eine USB-Schnittstelle oder eine drahtlose Verbindung sein.

In Fig. 6 ist eine prinzipielle Struktur der Firmware 50 zur Korrektur der durch  
20 Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift dargestellt. Der in der Firmware 50 eingebaute Algorithmus korrigiert nun - während das Mikroskop betrieben wird - ständig die XYZ-Abweichungen, die durch Temperaturschwankungen entstehen. Dazu bedient sich die Firmware 50 der Korrekturtabelle 44, die im Speicher 9 der Steuer- und Kontrolleinheit 10 abgelegt ist. Die Korrekturtabelle 44 bleibt auch nach dem Ausschalten des Mikroskopes 2 erhalten und wird bei der nächsten in Betriebnahme wieder verwendet. Es ist auch dem Benutzer selbst überlassen eine neue Korrekturtabelle 44 zu erstellen und diese im Speicher 9 der Steuer- und Kontrolleinheit 10 zu hinterlegen. Im Betrieb erhält die Firmware 50 von den  
25 Temperatursensoren  $30_1, 30_2, \dots, 30_N$ , Daten, aus denen die Firmware 50 Temperaturänderungen ermittelt. Der in der Firmware 50 implementierte Algorithmus ermittelt im Zusammenspiel mit der Korrekturtabelle 44 die  
30

- Stellwerte für den erste, zweiten und dritten Motor 21, 22 und 23, die notwendig sind, um die durch Temperaturänderungen hervorgerufene XYZ-Drift auszugleichen. Die Stellwerte an den ersten, zweiten und dritten Motor 21, 22 und 23 sind derart gewählt, dass sie die durch
- 5 Temperaturschwankungen hervorgerufenen  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  und  $\Delta Z$  Werte ausgleichen. Somit wird erreicht, dass eine Probe oder ein bestimmter Bereich der Probe, unabhängig von den Temperaturänderungen, immer unverändert zur optischen Achse 13 des Objektivs 15 in der Arbeitsposition ist. Die Probe kann dadurch auch bei Langzeituntersuchungen nicht mehr auswandern.
- 10 Es ist auch denkbar, dass die Korrekturtabelle bereits Werksseitig erstellt wird und bei der Fertigung der Mikroskope in einem Speicher der Steuer- und Kontrolleinheit 10 des Mikroskops 2 wird. Die Korrekturtabelle wird werksseitig durch eine statistische Auswertung von den Temperatureigenschaften mehrere Mikroskope gewonnen.
- 15 Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

**Bezugszeichenliste:**

	2	Mikroskop
	4	Computer
	6	Display
5	7	Okular
	8	Eingabemittel
	9	Speicher
	10	Steuer- und Kontrolleinheit
	11	Mikroprozessor
10	12	Stativ
	13	optische Achse
	14	Okular
	15	Revolver
	16	Objektive
15	18	Mikroskoptisch
	20	Verstellknopf
	21	erster Motor
	22	zweiter Motor
	23	dritter Motor
20	25	Kamera
	26	erste elektrische Verbindung
	27	zweite elektrische Verbindung
	30	Temperatursensor
	32	Person
25	34	erstes Fadenkreuz

	35	zweites Fadenkreuz
	36	Strichplatte
	38	Eingabemittel
	40	Probe
5	42	Elektronikbox
	44	Korrekturtabelle
	46	Schnittstelle
	50	Firmware
	X	X-Richtung
10	Y	Y-Richtung
	Z	Z-Richtung
	$\Delta X$	Abweichung
	$\Delta Y$	Abweichung
	$\Delta Z$	Abweichung

### Patentansprüche

1.      Mikroskop (2) mit einem Stativ (12), einem am Stativ (12)  
angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren  
5      Mikroskoptisch (18), und mit mindestens einem Temperatursensor (30),  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuer- und Kontrolleinheit (10)  
vorgesehen ist, die einen Speicher (9) und einen Mikroprozessor (11) umfasst,  
wobei im Speicher (9) eine Korrekturtabelle (44) abgelegt ist, die Driftwerte für  
die drei Raumrichtungen (X, Y und Z) als Funktion der Temperatur enthält  
10      und dass die Temperatursensoren (30) Signale an den Mikroprozessor liefern,  
auf Grund dessen entsprechende Werte zur Korrektur abrufbar sind
2.      Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Korrekturtabelle (44) manuell ermittelbar ist.  
15
3.      Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Korrekturtabelle (44) automatisch ermittelbar ist.
4.      Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
20      Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) des Mikroskops (2) integriert ist.
5.      Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) in einer externen Elektronikbox  
(42) untergebracht ist.

6. Mikroskop nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Eingabeeinheit (38) vorgesehen ist, die mit der Steuer- und Kontrolleinheit (10) verbunden ist.
- 5 7. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabeeinheit (38) eine Maus, ein Trackball, eine Tastatur oder ein Touchscreen ist.
8. Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift bei einem Mikroskop (2) mit einem Stativ (12), einem am Stativ (12) angebrachten, in allen drei Raumrichtungen (X, Y, Z) motorisch verstellbaren Mikroskoptisch (18), und mit mindestens einem Temperatursensor (30) gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- 10
- Aufnehmen und Abspeichern einer Korrekturtabelle (44) in einem Speicher (9) in einer dem Mikroskop (2) zugeordneten Steuer- und Kontrolleinheit (10), und
  - Betreiben des Mikroskops (9) im Untersuchungsmodus, derart dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) an Hand der Signale der Temperatursensoren (30) und der Inhalte der Korrekturtabelle (44) den ersten, zweiten und dritten Motor (21, 22, 23) derart steuert, dass die Lage der Probe zur optischen Achse (13) des in der Arbeitsposition vorgesehenen Objektivs (16) zeitlich konstant ist.
- 15
- 20
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturtabelle (44) manuell ermittelt wird.
- 25
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Fadenkreuz (34) im Okular (14) und ein zweites Fadenkreuz (35) auf der Strichplatte (36) vorgesehen ist, die auf den Mikroskoptisch (18) aufgelegt ist, und eine Person (32) die Schärfe des zweiten Fadenkreuzes (35) durch Verstellen des dritten Motors (23) einstellt und anschließend die Deckung zwischen dem ersten und dem zweiten Fadenkreuz (34, 35) durch eine entsprechende Verstellung des ersten und/oder zweiten Motors (21, 22)
- 30

erreicht, und dass durch Betätigung eines Eingabemittels (38) vom einem Mikroprozessor (11) der Steuer- und Kontrolleinheit (10) die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher (9) vorgesehene Korrekturtabelle (44) übertragen werden.

5

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingabemittel (38) eine Maus, ein Trackball, eine Tastatur oder ein Touchscreen ist.

10

12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturtabelle (44) automatisch ermittelt wird.

15

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass nur das zweite Fadenkreuz (35) auf der Strichplatte (36) vorgesehen ist, die auf den Mikroskoptisch (18) aufgelegt ist, dass nach dem Einschalten des Mikroskops (2) von einer Kamera (25) auf das zweite Fadenkreuz (35) durch einen Autofokus der Kamera (25) fokussiert wird, dass das zweite Fadenkreuz (35) durch eine Bildverarbeitungssoftware im Zusammenspiel mit dem ersten und dem zweiten Motor (21, 22) in die optische Achse (13) des in der Arbeitsposition befindlichen Objektivs (16) verschoben wird, und dass dann die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher (9) vorgesehene Korrekturtabelle (44) übertragen werden .

20

25

14. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) des Mikroskops (2) integriert ist.

15. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) in einer externen Elektronikbox (42) untergebracht ist.

30

16. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturtabelle werksseitig durch eine Statistik über mehrerer Stative ermittelt wird und in der Steuer- und Kontrolleinheit (10) eines Mikroskops hinterlegt wird.



### Zusammenfassung

Es ist ein Mikroskop (2) offenbart, das mit einem Stativ (12), einem am Stativ (12) angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch (18) versehen ist. Ferner ist mindestens ein Temperatursensor (30) und eine Steuer- und Kontrolleinheit (10) vorgesehen. Die Steuer- und Kontrolleinheit (10) umfasst einen Speicher (9) und einen Mikroprozessor (11), wobei im Speicher (9) eine Korrekturtabelle (44) abgelegt ist, die Driftwerte für die drei Raumrichtungen (X, Y und Z) als Funktion der Temperatur enthält.

10

Fig. 2

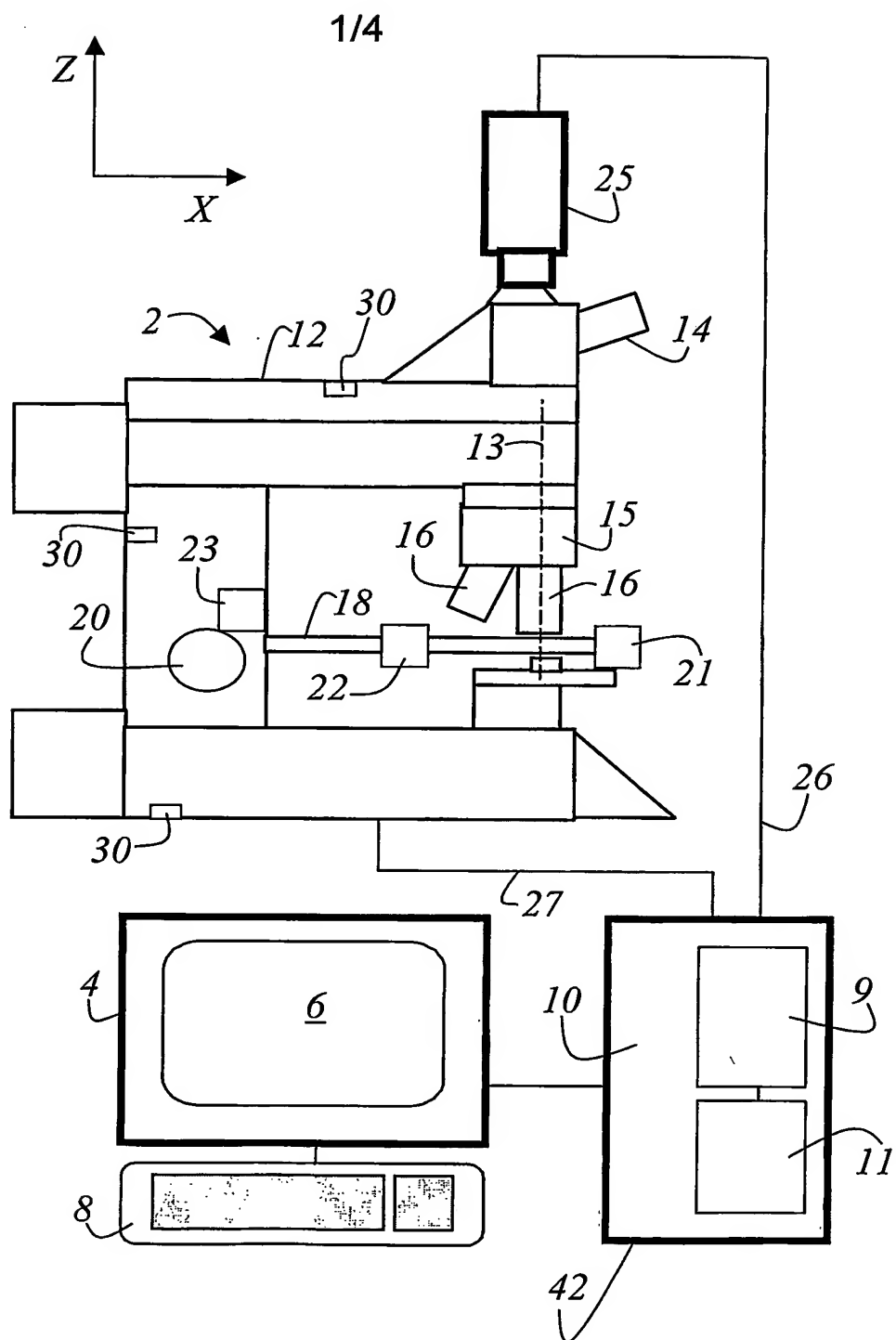
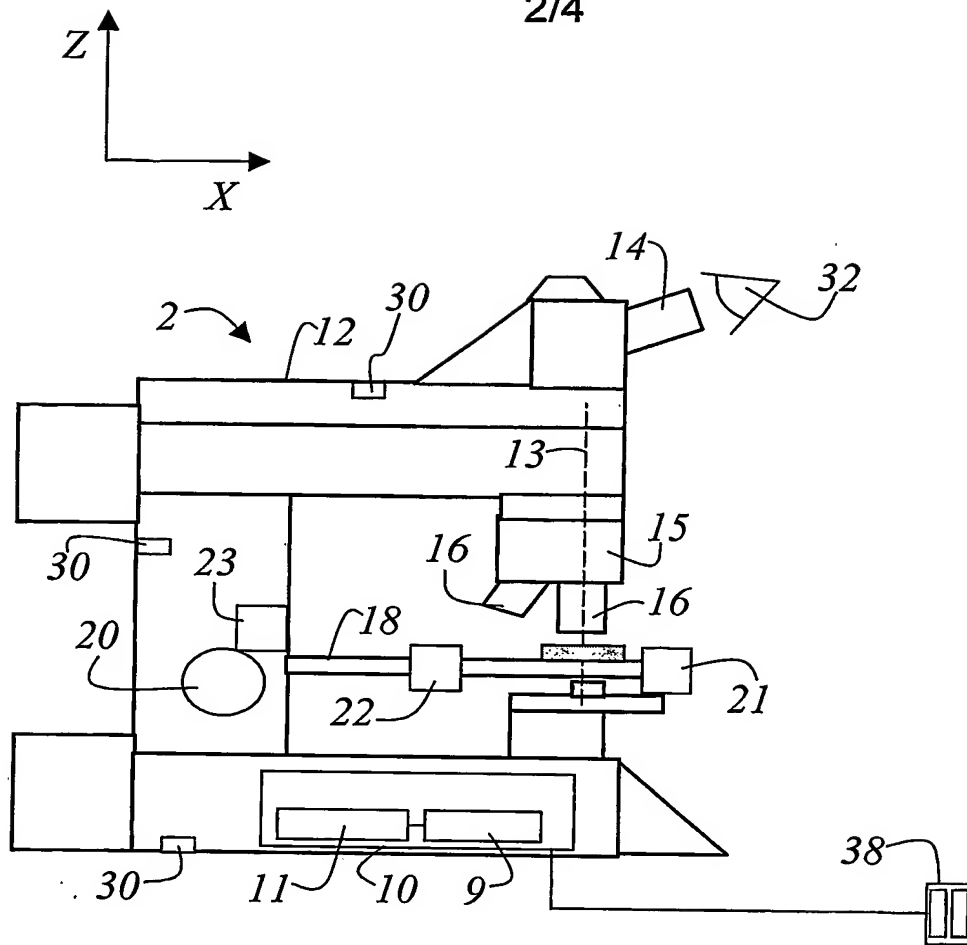
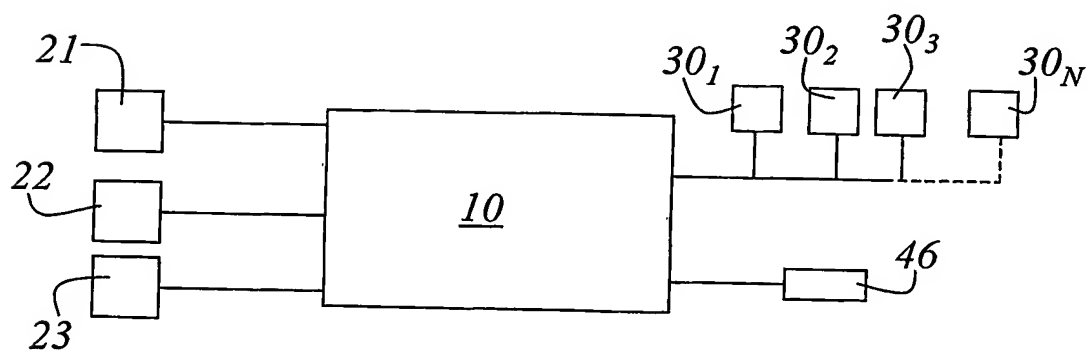
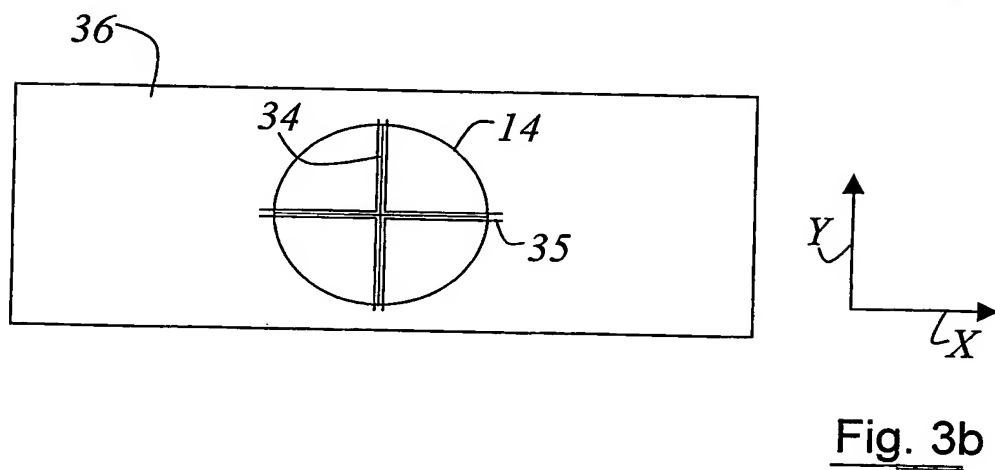
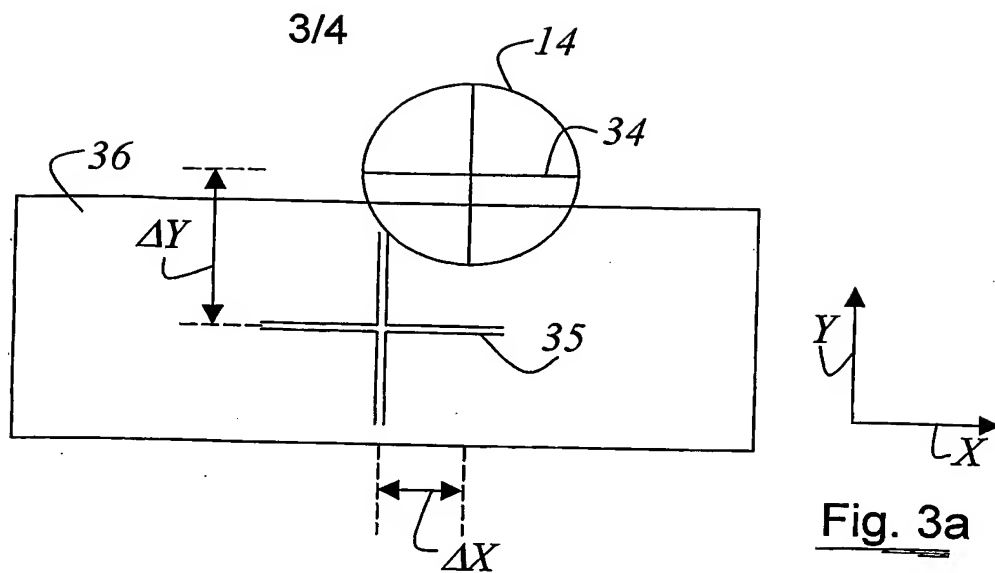


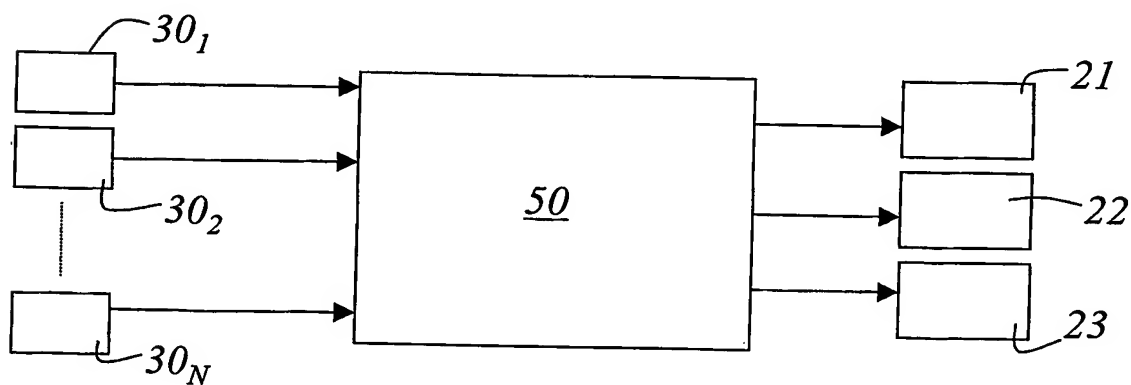
Fig. 1

Fig. 2



Temperatur	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
$T_1$	$\Delta X_1$	$\Delta Y_1$	$\Delta Z_1$
$T_2$	$\Delta X_2$	$\Delta Y_2$	$\Delta Z_2$
⋮	⋮	⋮	⋮
$T_N$	$\Delta X_N$	$\Delta Y_N$	$\Delta Z_N$

44

Fig. 4Fig. 6